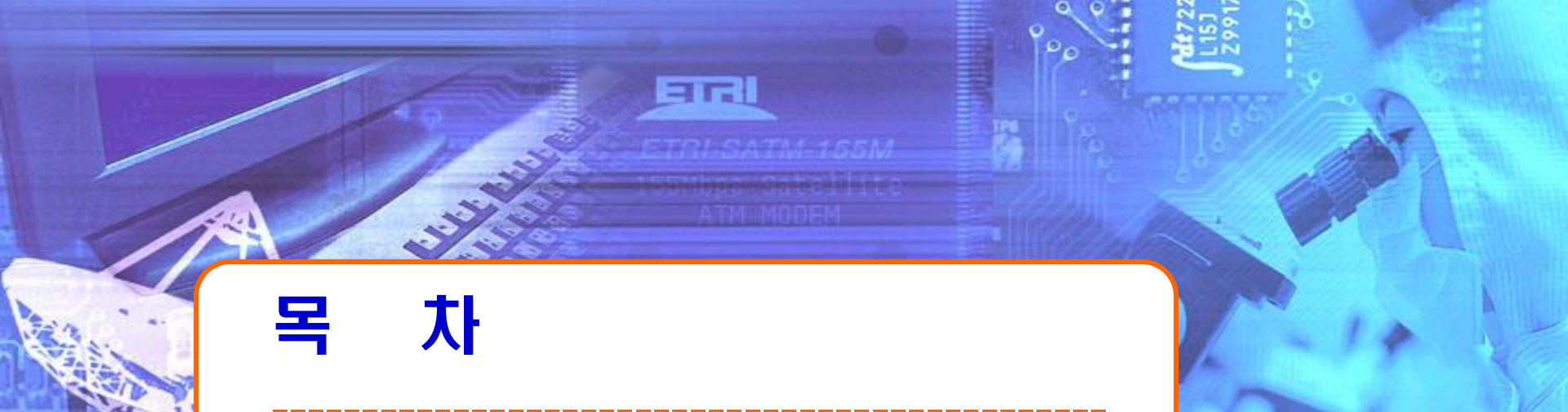


스마트기기 비전인식용 온디바이스 딥러닝 SW 플랫폼 기술





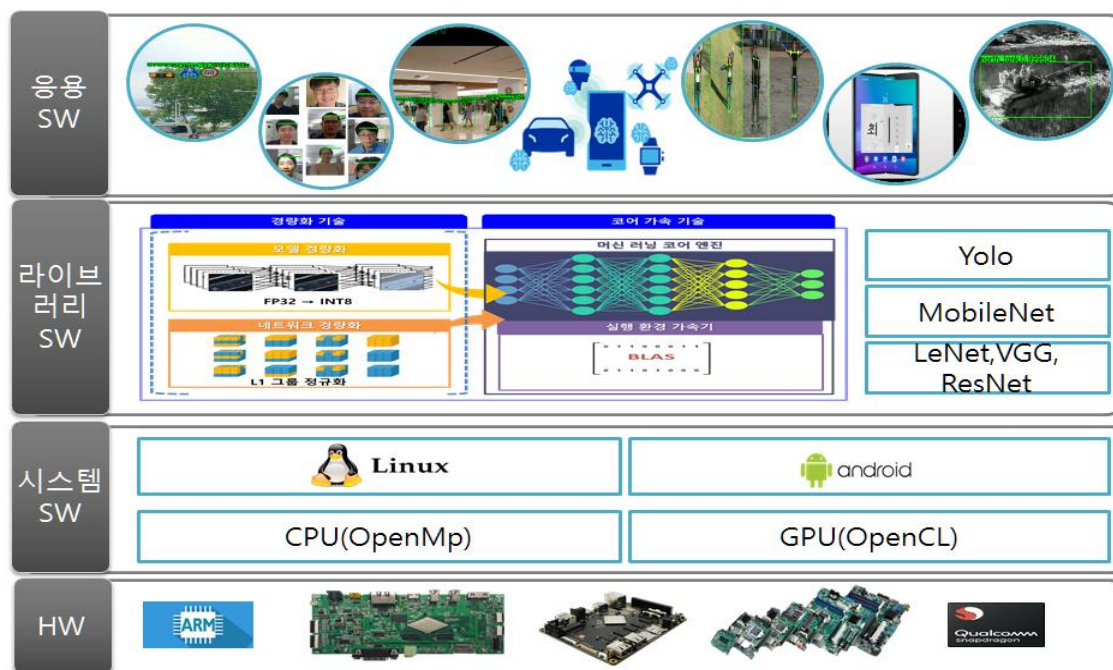
목 차

1. 기술의 개요
2. 기술이전 내용 및 범위
3. 경쟁기술과 비교
4. 기술의 사업성
5. 국내외 시장 동향

1. 기술의 개요

■ 기술의 개념

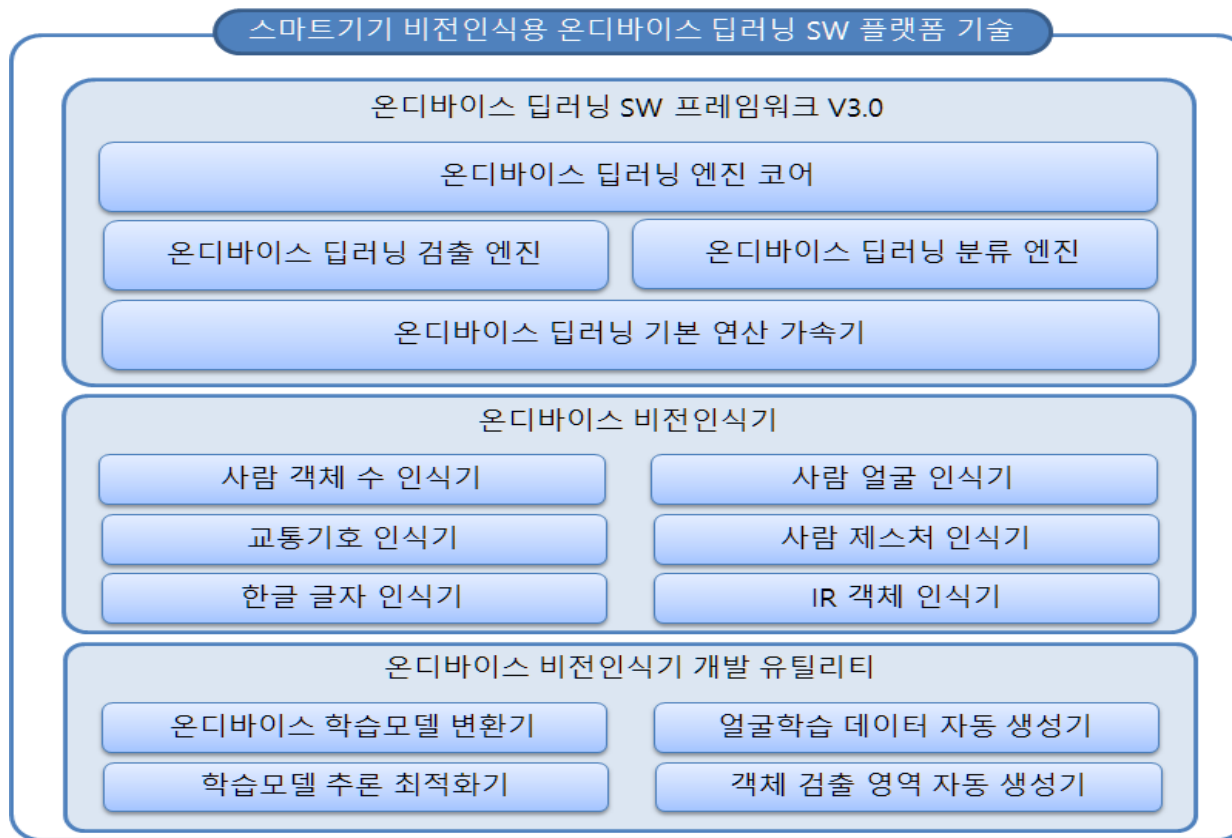
- ❖ 스마트기기에서 사용할 수 있는 온디바이스 인공지능 SW 기술로서 특히, 클라우드 연결없이 스마트기기 안에서 실시간 비전인식 서비스를 가능하게 하는 임베디드 시스템용 딥러닝 SW 기술
- ❖ 본 기술은 임베디드 시스템 HW 상에서 딥러닝 기반 비전인식을 가능하게 하는 기술로, 임베디드 리눅스 및 안드로이드 OS 상에서 실행 가능한 온디바이스 딥러닝 SW 프레임워크와 온디바이스 비전인식기 그리고 온디바이스 비전인식기 개발 유틸리티 등을 제공함



[기술의 개념도]

2. 기술이전 내용 및 범위[1/7]

■ 기술이전 내용 및 범위



2. 기술이전 내용 및 범위[2/7]

□ 기술이전 내용 및 범위

1. 스마트기기 비전인식용 온디바이스 딥러닝 SW 플랫폼 기술

1.1 온디바이스 딥러닝 SW 프레임워크 V3.0(바이너리)

- : 온디바이스 딥러닝 엔진 코어
- : 온디바이스 딥러닝 검출 엔진
- : 온디바이스 딥러닝 분류 엔진
- : 온디바이스 딥러닝 기본 연산 가속기

1.2 온디바이스 비전인식기(인식기 3종 선택, 소스)

- : 사람 객체 수 인식기
- : 사람 얼굴 인식기
- : 교통기호 인식기
- : 사람 제스처 인식기
- : 한글 글자 인식기
- : IR 객체 인식기

1.3 온디바이스 비전인식기 개발 유틸리티(바이너리)

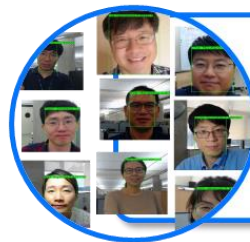
- : 온디바이스 학습모델 변환기
- : 학습모델 추론 최적화기
- : 얼굴 학습 데이터 자동 생성기
- : 객체 검출 영역 자동 생성기

2. 기술이전 내용 및 범위[3/7]

□ 기술 적용 예시



교통기호 탐지



얼굴 인식



제스처 인식



피플 카운터



필기글자 인식



IR 표적 탐지

2. 기술이전 내용 및 범위[4/7]

■ 기술개발현황

❖ 기술성숙도(Technology Readiness Level): (5)단계

구 분	단계	정 의	세 부 설 명
기초연구 단계	1	기초 이론/실험	◦기초이론 정립 단계
	2	실용목적의아이디어 특허 등 개념정립	◦기술개발개념정립및아이디어에대한특허출원단계
실험 단계	3	실험실 규모의 기본성능 검증	◦실험실 환경에서 실험 또는 전산 시뮬레이션을 통해 기본성능이 검증될 수 있는 단계 ◦개발하려는부품/시스템의기본설계도면을확보하는단계
	4	실험실 규모의 소재/부품/시스템 핵심성능 평가	◦시험샘플을제작하여핵심성능에대한평가가완료된단계 ◦3단계에서 도출된 다양한 결과 중에서 최적의 결과를 선택하려는 단계 ◦컴퓨터 모사가 가능한 경우 최적화를 완료하는 단계
시작품 단계	5	확정된 소재/부품/ 시스템시작품제작 및 성능 평가	◦확정된 소재/부품/시스템의 실험실 시작품 제작 및 성능 평가가 완료된 단계 ◦개발 대상의 생산을 고려하여 설계하나 실제 제작한 시작품 샘플은 1~수개 미만인 단계 ◦경제성을 고려하지 않고 기술의 핵심성능으로만 볼 때, 실제 판매 가능한 정도로 목표 성능을 달성한 단계
	6	파일럿 규모 시작품 제작 및 성능 평가	◦파일럿 규모(복수 개~양산규모의 1/10정도)의 시작품 제작 및 평가가 완료된 단계 ◦파일럿규모생산품에대해생산량,생산용량,불량률등제시 ◦파일럿 생산을 위한 대규모 투자가 동반되는 단계 ◦생산기업이 수요기업 적용환경에 유사하게 자체 현장테스트를 실시하여 목표 성능을 만족시킨 단계 ◦성능평가결과에대해가능하면공인인증기관의성적서확보
실용화 단계	7	신뢰성평가 및 수요기업 평가	◦실제 환경에서 성능 검증이 이루어지는 단계 ◦부품 및 소재개발의 경우 수요업체에서 직접 파일럿 시작품을 현장 평가(성능 및 신뢰성 평가) ◦가능하면 인증기관의 신뢰성 평가 결과 제출
	8	시제품 인증 및 표준화	◦표준화 및 인허가 취득 단계
사업화	9	사업화	◦본격적인 양산 및 사업화 단계 ◦6-시그마 등 품질관리가 중요한 단계

2. 기술이전 내용 및 범위[5/7]



■ 기술별 제공 기술 목록[1] : 기술문서

문서관리번호	기술자료 명칭	관련기술		
		1.1	1.2	1.3
1240-2020-00660	온디바이스 머신러닝 프레임워크 V3.0 설치방법	O		
1240-2020-00661	온디바이스 머신러닝 프레임워크 V3.0 기반 비전 인식기 솔루션 구성		O	
1240-2020-00662	온디바이스 머신러닝 프레임워크 V3.0 기반 비전 인식기 솔루션 사용법		O	
1240-2019-02836	온디바이스 추론 가속 라이브러리 기반 객체 인식기 구조 및 설치 방법	O		
1240-2019-02837	온디바이스 추론 가속 라이브러리 사용자 API	O		
1240-2020-00658	온디바이스 머신러닝 프레임워크 활용을 위한 머신러닝 기본 개요	O		
1240-2020-00659	온디바이스 머신러닝 프레임워크 비전 인식 솔루션 사용자 API		O	
1240-2020-00663	온디바이스 머신러닝 프레임워크 Yolo 앵커 계산기 사용법			O
1240-2020-00664	온디바이스 머신러닝 프레임워크 모델 변환기 사용법			O
1240-2020-00739	얼굴 학습 데이터 자동 생성기 설명서			O

2. 기술이전 내용 및 범위[6/7]



■ 기술별 제공 기술 목록[2] : 특허

특허 출원번호	특허 명칭	관련 기술		
		1.1	1.2	1.3
2020-0055313	컨볼루션 신경망 양자화 추론 장치 및 방법	○		○
2020-0072486	임베디드 기기에서의 딥러닝 기반 객체 인식 장치	○	○	
2019-0004805	이기종 온디바이스 시스템에서의 그래프 기반 영상 처리 모델 실행 최적화 장치 및 그 방법		○	

2. 기술이전 내용 및 범위[7/7]



■ 기술별 제공 기술 목록[3] : 프로그램

문서관리번호 (등록번호)	프로그램 명칭	관련기술		
		1.1	1.2	1.3
1240-2019-02185	정적 관심영역 기반 얼굴 인식기 라이브러리	○		
1240-2019-02186	정적 관심영역 기반 얼굴 인식기	○	○	
1240-2019-02197	동적 관심영역 기반 얼굴 인식기 라이브러리	○		
1240-2019-02198	동적 관심영역 기반 얼굴 인식기	○	○	
1240-2020-00670	비디오 입력 기반 피플 카운터		○	
1240-2020-00671	비디오 파일 입력 기반 교통 신호 인식기		○	
1240-2020-00706	딥러닝 얼굴 인식을 위한 얼굴 학습 데이터 자동 생성기			○
1240-2020-00730	모델 추론 최적화 및 객체 검출 보조 영역 자동 생성기			○

3. 경쟁기술과 비교[1/2]

■ 기술의 특징

기술명	특징
스마트기기 비전인식용 온디바이스 딥러닝 SW 플랫폼 기술	- 본 기술은 스마트기기의 제한된 컴퓨팅 자원으로도 딥러닝 기술을 실행 가능하게 함으로, 저사양 스마트기기에서도 인공지능 SW 솔루션을 신속히 적용 가능하게 하여 지능형 스마트기기 개발 기간 및 비용을 절감시킬 수 있으므로 다양한 산업 분야에서 지능형 제품 개발을 가능하게 하는 핵심 기술을 제공함 - 향후 부가가치가 높은 지능형 스마트기기 산업에서 국내 기업들의 인공지능 기술 도입에 소요되는 기간과 인력을 단축시키도록 지원함으로써 적시성 (Time-to-Market) 높은 제품 출시를 가능하게 함 - 따라서, 성장절벽에 처한 스마트기기 시장에서 관련 국내 기업의 매출을 회복할 수 있는 4차 산업혁명시대에 필요한 지능형 스마트기기 신제품 개발을 가능하게 하는 핵심 기술 확보로 미래 시장 선점을 지원함 - 주요 기능 ➢ 딥러닝 처리 병렬화와 경량화를 기반으로 임베디드 시스템 상에서 비전인식용 실시간 추론 처리를 지원하는 온디바이스 딥러닝 프레임워크 기술 제공 ➢ 사람 객체 수/사람 얼굴/사람제스처/한글 글자/교통기호/IR 객체 인식 솔루션 제공 ➢ 온디바이스 딥러닝 프레임워크기반의 비전인식 솔루션 개발 편의를 지원하는 유틸리티 제공

3. 경쟁기술과 비교[2/2]

■ 기존 경쟁기술 대비 개량된 부분

❖ 기술적 측면

- 본 기술은 이러한 스마트기기에서 인공지능 SW 도입의 한계를 극복할 수 있도록 저사양 임베디드 시스템에 최적화된 딥러닝 SW 프레임워크와 현장의 학습 데이터로 개발한 다양한 비전 인식 솔루션을 제공함
- 특히, 본 기술은 ARM 및 Qualcomm SoC기반의 HW와 Embedded Linux 및 Android 기반의 OS 지원 가능하며, 관련 기능과 성능을 공인시험기관을 통해 검증 완료함(KTL/KOLAS 인증)

❖ 사업적 측면

- 기존 스마트기기에 추가적인 HW 없이 딥러닝 기반 비전인식 솔루션을 탑재 가능하게 함으로써 시스템 개발 기간 및 비용을 절감시켜 다양한 산업 분야에서 지능형 스마트기기 제품 경쟁력을 확보 가능하게 하는 핵심 기술을 제공함
- 스마트 자동차, 드론, 로봇 등에서 실시간 주변 객체 인식 솔루션을 제공할 뿐 아니라, HMD, 스마트폰, 투명 디바이스 등 차세대 소형 디바이스에 탑재되어 지능형 증강/가상 현실(AR/VR), 혼합현실(MR), 홀로그램 서비스 분야에서 경쟁력 있게 활용할 수 있음
- 민감한 개인 및 기업 정보를 활용한 온디바이스 학습을 통해 개인 및 기업정보 보호와 동시에 고품질의 개인 맞춤형 지능형 서비스를 제공할 수 있음

4. 기술의 사업성



■ 예상 제품(서비스) 및 사업 조건

❖ 예상 응용 제품 및 서비스

- (예상 수요자) 임베디드 디바이스 상에서의 인공 지능 서비스 제공 업체
 - 인지형 모바일기기, 자율이동체, 지능형 로봇, 지능형 영상감시기기, 지능형 IoT 디바이스
- (제품) 지능형 산업기기, 지능형 모바일기기, 지능형 영상감시기기, 지능형 국방 내장형 무기체계, 지능형 스마트 가전, 지능형 IoT 디바이스
- (활용분야) 다양한 산업분야에서 활용되는 임베디드 기기에 탑재되어 다양한 인공지능 서비스를 제공하거나 무인화 및 정밀화를 가능하게 하는 신제품을 개발할 수 있음

❖ 사업성

- 인공지능기반 비전인식 기술을 임베디드기기에 탑재 가능하게 하는 기술로 스마트기기 산업에 적용하여 연평균 성장률 30% 이상으로 급속히 증가하는 지능형 스마트기기 시장에서 사업성이 매우 높음

❖ 기술이전 업체 조건

- 임베디드 SW 및 HW 제품 개발 또는 딥러닝기반 비전인식 기술 경험이 있는 업체
- 2인 이상의 소프트웨어 엔지니어를 보유하고 있는 업체

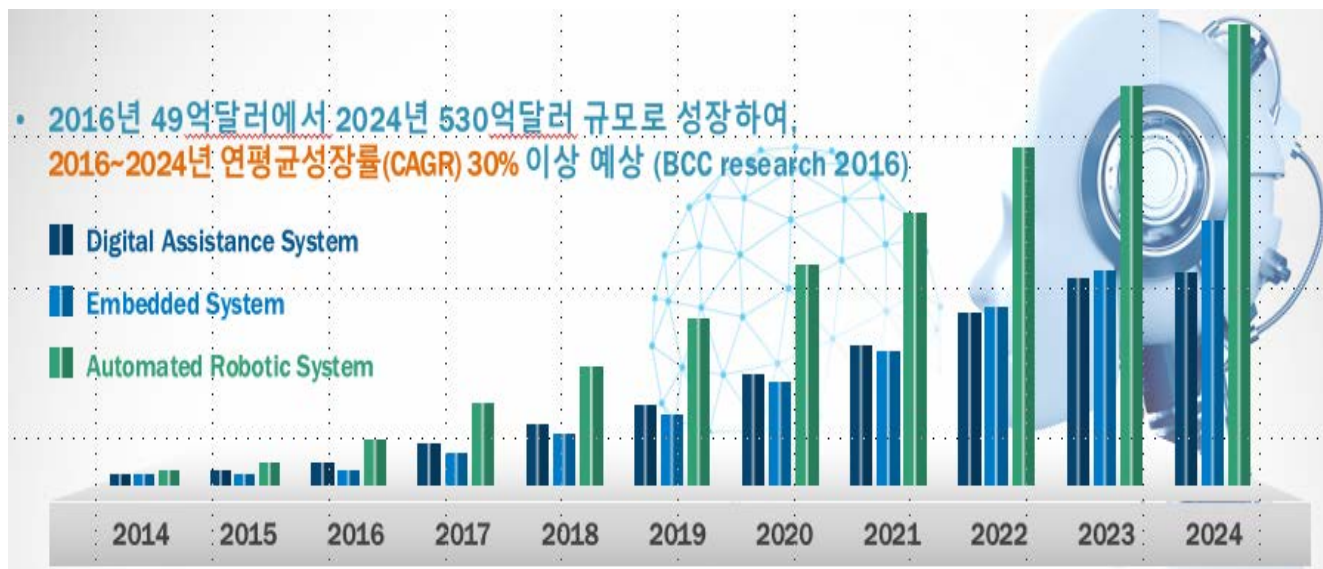
❖ 사업화시 제약 조건

- 해당사항 없음

5. 국내외 시장 동향[1/4]

■ 관련 제품/서비스 시장 동향

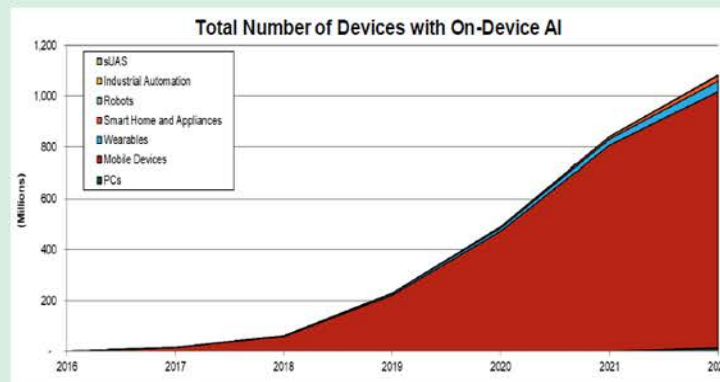
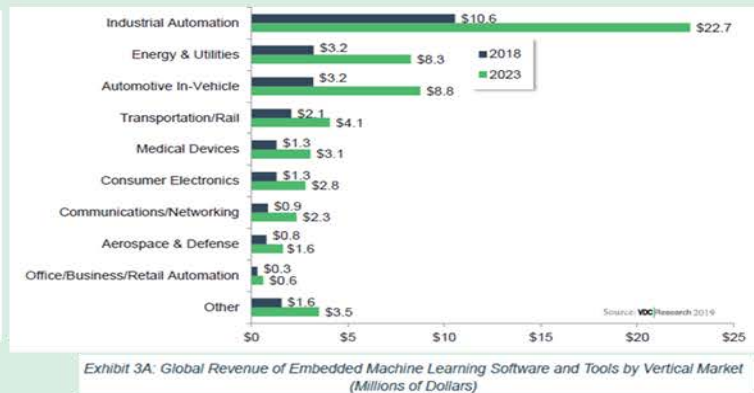
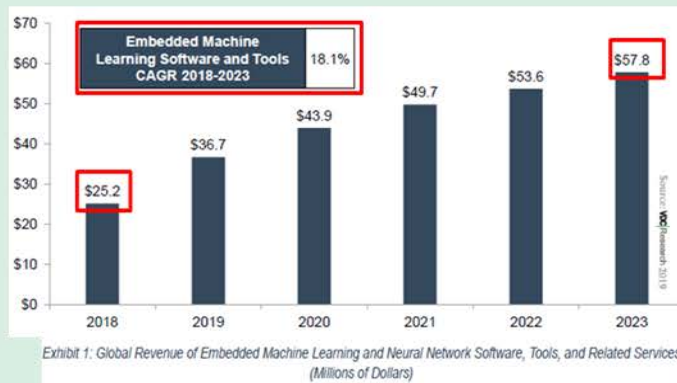
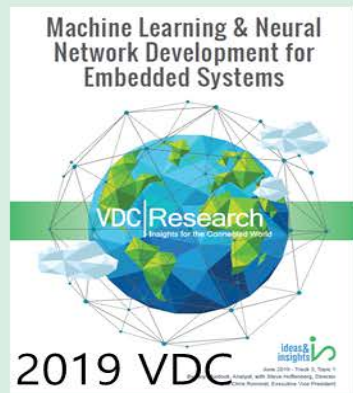
- ❖ 개발 기술이 적용될 디바이스 지능형 비전처리 세계 목표시장 규모는 '24년 428억 달러에서 '29년 688억 달러 규모로 연평균 10%의 성장이 전망되며, 국내 목표시장은 '24년 6,823억원에서 '29년 8,315억원 규모로 연평균 4% 성장 전망(출처: BCC Research('14), Frost & Sullivan('16), Gartner('16), IDC('15), Gartner('15), Strategy Analysis('14), 국방기술품질원('14))
- ❖ 인공지능 스마트 기기 시장은 2024년 기준 각 분야별로 자동 로봇(139억\$), 디지털(지능형) 보조(80억\$), 임베디드(20억\$) 순으로 전망됨



5. 국내외 시장 동향[2/4]



최신 글로벌 시장동향 보고서에 따르면, 본 과제 핵심기술인
온디바이스 인공지능 SW 기술 시장은 고성장



- By 2022, 26% of active AI devices will have embedded AI, totaling 1 billion devices, at a CAGR of 135%. (In 2017, 15 million devices)
- The on-device AI-capable segment will mainly be driven by mobile devices; the wave of AI enabling SoCs, frameworks, and software engines important role

5. 국내외 시장 동향[3/4]



■ 관련 제품/서비스의 민수분야 관련 세계시장

구분		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	CAGR (14~20)
머신비전(imaging SW)		1,980	2,160	2,367	2,595	2,844	3,117	3,410	
스마트 기기	스마트폰	6,176	6,786	7,679	8,599	9,485	10,407	10,973	
	웨어러블	10	17	120	582	1,117	1,890	2,808	
자율주행(ADAS)		44	57	69	83	105	123	152	
합계		8,210	9,021	10,235	11,858	13,550	15,537	17,342	13.3%

출처: BCC Research(2014), Frost & Sullivan(2016), Gartner(2016), IDC(2015), Giantt(2014)

■ 관련 제품/서비스의 군수분야 관련 세계시장

구분		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	CAGR (14~20)
감시 정찰	감시정찰-전자광학/적외선	2,456	2,400	2,408	2,363	2,425	2,247	2,050	
	전자전	2,587	2,471	3,583	3,332	3,289	3,865	3,149	
기동	무인체계(로봇무인체계)	85	75	76	75	92	112	129	
항공	무인기	775	1,110	1,241	1,273	1,446	1,487	1,682	
화력	정밀유도무기	6,099	6,542	6,961	7,010	6,937	7,228	7,286	
합계		12,002	12,598	14,269	14,053	14,189	14,939	14,296	17.5%

출처 : 국방기술품질원(2014)

5. 국내외 시장 동향[4/4]

■ 관련 제품/서비스의 국내외 예상 매출액

- ❖ 본 기술을 통해 '21년까지 지능형 스마트기기 분야에서 기술 경쟁력을 향상시켜 관련 민수 및 군수 국내시장 562억원 달성 및 국외 1249.1억원을 선점할 수 있을 것으로 예상됨
- ❖ 산출근거
 - 전체 전세계 지능형스마트 기기의 20% 규모를 국내 시장으로 가정하고, 2020년부터 상용화를 시작하여 매년 국외는 1%, 3%, 8% 그리고 국내시장은 5%, 8%, 12% 점유한다고 예상함

감사합니다.





(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년05월25일
(11) 등록번호 10-2255365
(24) 등록일자 2021년05월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 1/20 (2018.01) G06F 15/78 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G06T 1/20 (2013.01)
G06F 15/7807 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0004805
(22) 출원일자 2019년01월14일
심사청구일자 2019년05월17일
(65) 공개번호 10-2020-0088155
(43) 공개일자 2020년07월22일
(56) 선행기술조사문헌
KR101600231 B1*
KR1020160090919 A*
KR1020170046784 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한국전자통신연구원
대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)
(72) 발명자
이문수
세종특별자치시 달빛로 206, 907동 602호
김정시
대전광역시 유성구 도안동로 523, 202동 701호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인지명

전체 청구항 수 : 총 8 항

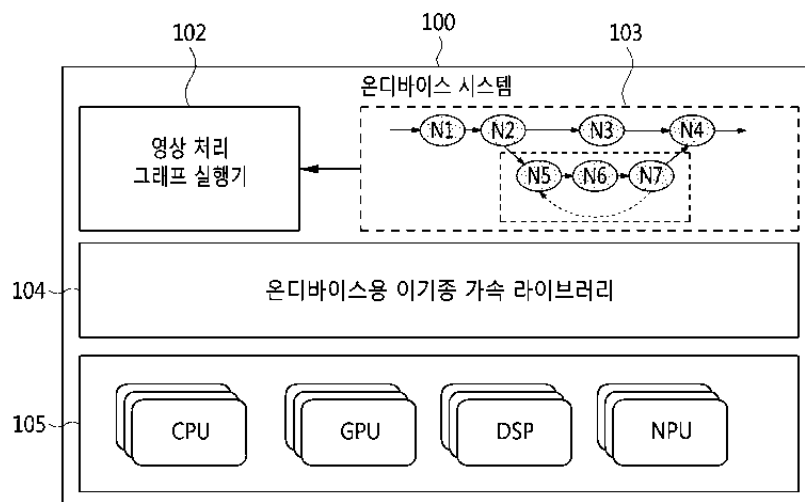
심사관 : 김병성

(54) 발명의 명칭 이기종 온디바이스 시스템에서의 그래프 기반 영상 처리 모델 실행 최적화 장치 및 그 방법

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 이기종 온디바이스 시스템에서의 그래프 기반 영상 처리 모델 실행 최적화 장치는 사용자가 제공하는 영상 처리 그래프 모델에 대해 그래프 토폴로지(topology)를 이용하여 경로를 탐색하고, 실행 순서에 따라 노드들을 생성 및 순차 배치하여 영상 처리 그래프 모델의 실행을 위한 실행 경로를 생성하는 영상 처리 그래프 경로 생성부; 및 영상 처리 그래프 경로 생성부로부터 수신된 영상 처리 그래프 모델, 노드들에 대응되는 노드 목록 및 가상 슈퍼 노드 목록, 실행 경로에 기초하여 영상 처리 그래프 모델을 실행하는 영상 처리 그래프 경로 실행부;를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류
G06T 2200/28 (2013.01)

정영준

세종특별자치시 새롬북로 13, 410동 2606호

(72) 발명자

배수영

대전광역시 유성구 반석동로 33, 501동 2202호

석종수

대전광역시 유성구 온천로 26, 1424호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2017-0-00142
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기술진흥센터
연구사업명	SW컴퓨팅산업원천기술개발
연구과제명	스마트기기를 위한 온디바이스 지능형 정보처리 가속화 SW플랫폼 기술 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	한국전자통신연구원
연구기간	2018.01.01 ~ 2018.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

삭제

청구항 2

사용자가 제공하는 영상 처리 그래프 모델에 대해 그래프 토폴로지(topology)를 이용하여 경로를 탐색하고, 상기 영상 처리 그래프 모델에 포함된 영상 처리 기능 단위에 대응되는 노드들을 생성하고, 상기 노드들을 실행 순서에 따라 순차 배치하여 상기 영상 처리 그래프 모델의 실행을 위한 실행 경로를 생성하는 영상 처리 그래프 경로 생성부; 및

상기 영상 처리 그래프 경로 생성부로부터 수신된 상기 영상 처리 그래프 모델, 상기 노드들에 대응되는 노드 목록, 상기 실행 경로를 이용하여 상기 영상 처리 그래프 모델을 실행하는 영상 처리 그래프 경로 실행부

를 포함하고,

상기 영상 처리 그래프 경로 생성부는

상기 노드들을 생성한 뒤, 상기 영상 처리 그래프 모델 내 순환 그래프가 존재하는 경우, 상기 순환 그래프에 대응되는 순환 노드들을 가상 슈퍼 노드로 변환하고, 상기 노드들 및 상기 가상 슈퍼 노드를 실행 순서에 따라 순차 배치하여 상기 실행 경로를 생성하고,

상기 영상 처리 그래프 경로 실행부는

상기 가상 슈퍼 노드에 대응되는 가상 슈퍼 노드 목록을 더 이용하여 상기 영상 처리 그래프 모델을 실행하는 것인, 이기종 온디바이스 시스템에서의 그래프 기반 영상 처리 모델 실행 최적화 장치.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 영상 처리 그래프 경로 생성부는

상기 영상 처리 그래프 모델 내 복수의 순환 그래프들이 존재하는 경우, 상기 순환 그래프들 각각에 대응되는 순환 노드들을 상기 가상 슈퍼 노드로 변환하는 것인, 이기종 온디바이스 시스템에서의 그래프 기반 영상 처리 모델 실행 최적화 장치.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 영상 처리 그래프 경로 생성부는

상기 순환 노드들 중 시작 노드 및 종료 노드를 결정하고, 상기 순환 노드들 및 상기 노드들 중 상기 순환 노드들을 제외한 나머지 노드들 간의 입출력 데이터를 상기 가상 슈퍼 노드의 입출력 파라미터로 결정하고, 상기 가상 슈퍼 노드의 순환 조건을 결정하고, 상기 영상 처리 그래프 모델에 포함된 상기 순환 노드들을 상기 가상 슈퍼 노드로 대체하는 것인, 이기종 온디바이스 시스템에서의 그래프 기반 영상 처리 모델 실행 최적화 장치.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 이기종 온디바이스 시스템은

복수의 온디바이스용 이기종 라이브러리들 및 복수의 이기종 컴퓨팅 자원들을 포함하고,

상기 복수의 온디바이스용 이기종 라이브러리들 각각은

복수의 이기종 컴퓨팅 자원들 중 적어도 하나를 이용하여 상기 영상 처리 기능 단위를 제공하는 소프트웨어 모듈로서 상기 노드들 각각과 일대일 대응되는 것인, 이기종 온디바이스 시스템에서의 그래프 기반 영상 처리 모델 실행 최적화 장치.

청구항 6

삭제

청구항 7

사용자가 제공하는 영상 처리 그래프 모델에 대해 그래프 토폴로지(topology)를 이용하여 경로를 탐색하는 단계;

상기 영상 처리 그래프 모델에 포함된 영상 처리 기능 단위에 대응되는 노드들을 생성하는 단계;

상기 노드들을 실행 순서에 따라 순차 배치하여 상기 영상 처리 그래프 모델의 실행을 위한 실행 경로를 생성하는 단계; 및

상기 영상 처리 그래프 모델, 상기 노드들에 대응되는 노드 목록, 상기 실행 경로를 이용하여 상기 영상 처리 그래프 모델을 실행하는 단계

를 포함하고,

상기 노드들을 생성하는 단계 이후,

상기 영상 처리 그래프 모델 내 순환 그래프가 존재하는 경우, 상기 순환 그래프에 대응되는 순환 노드들을 가상 슈퍼 노드로 변환하는 단계;

를 더 포함하고,

상기 실행 경로를 생성하는 단계는

상기 노드들 및 상기 가상 슈퍼 노드를 실행 순서에 따라 순차 배치하여 상기 실행 경로를 생성하고,

상기 영상 처리 그래프 모델을 실행하는 단계는

상기 가상 슈퍼 노드에 대응되는 가상 슈퍼 노드 목록을 더 이용하여 상기 영상 처리 그래프 모델을 실행하는 것인, 이기종 온디바이스 시스템에서의 그래프 기반 영상 처리 모델 실행 최적화 방법.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 순환 노드들을 가상 슈퍼 노드로 변환하는 단계는

상기 영상 처리 그래프 모델 내 복수의 순환 그래프들이 존재하는 경우, 상기 순환 그래프들 각각에 대응되는 순환 노드들을 상기 가상 슈퍼 노드로 변환하는 것인, 이기종 온디바이스 시스템에서의 그래프 기반 영상 처리 모델 실행 최적화 방법.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 순환 노드들을 가상 슈퍼 노드로 변환하는 단계는

상기 순환 노드들 중 시작 노드 및 종료 노드를 결정하는 단계;

상기 순환 노드들 및 상기 노드들 중 상기 순환 노드들을 제외한 나머지 노드들 간의 입출력 데이터를 상기 가상 슈퍼 노드의 입출력 파라미터로 결정하는 단계;

상기 가상 슈퍼 노드의 순환 조건을 결정하는 단계; 및

상기 영상 처리 그래프 모델에 포함된 상기 순환 노드들을 상기 가상 슈퍼 노드로 대체하는 단계;

를 포함하는 것인, 이기종 온디바이스 시스템에서의 그래프 기반 영상 처리 모델 실행 최적화 방법.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 이기종 온디바이스 시스템은

복수의 온디바이스용 이기종 라이브러리들 및 복수의 이기종 컴퓨팅 자원들을 포함하고,

상기 복수의 온디바이스용 이기종 라이브러리들 각각은

복수의 이기종 컴퓨팅 자원들 중 적어도 하나를 이용하여 상기 영상 처리 기능 단위를 제공하는 소프트웨어 모듈로서 상기 노드들 각각과 일대일 대응되는 것인, 이기종 온디바이스 시스템에서의 그래프 기반 영상 처리 모델 실행 최적화 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 이기종 온디바이스(on-device) 시스템에서 중앙 처리 장치(central processing unit; CPU)뿐만 아니라 그래픽 처리 장치(graphics processing unit; GPU), 디지털 신호 처리(digital signal processing) 장치, 신경망 처리 장치(neural processing unit; NPU) 등 다양한 컴퓨팅 자원 기반의 소프트웨어 라이브러리 조합으로 구성된 그래프 기반 영상 처리 모델을 효율적으로 실행하는 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 머신 러닝 기술의 급속한 성장으로 인해 영상 인식 서비스가 보편화되면서 스마트폰과 같이 온디바이스 시스템에서도 컴퓨터 비전 처리 기능 탑재에 대한 수요가 급증하고 있다.

[0003] 이에 따라 칩 제조사들은 임베디드(Embedded) 시스템 특성상 소모 전력을 최소화하면서 동시 성능을 높이기 위해 GPU, DSP 장치, NPU(Neural Processing Unit), 필드 프로그래머블 게이트 어레이(Field Programmable Gate Array; FPGA) 등 다양한 전용 시스템 온 칩(System on Chip; SoC)들을 탑재하고 있다.

[0004] 이들 전용 칩들은 미디어 인코더/디코더와 같이 초기에 특정 응용 프로그램이나 서비스에 특화되어 최적의 성능을 얻기 위해 사용되었지만, 점차 다른 응용 프로그램이나 다른 서비스에서도 이러한 컴퓨팅 리소스를 활용하는 이기종 컴퓨팅(Heterogeneous Computing) 기술이 필요해 지고 있다.

[0005] 이를 위해 국제 표준 단체인 크로노스 그룹에서는 OpenVX 표준을 통해 영상 처리에 필요한 기본 영상 처리 기능들을 소프트웨어 라이브러리 형태로 제공될 수 있도록 세분화하여 정의하였으나, 일반적으로 세분화된 라이브러리와 그래픽 기반 응용 모델링 기법은 복잡한 영상 처리 응용을 개발할 경우 다음과 같은 문제점이 있다.

[0006] 첫 번째로 라이브러리의 세분화는 그래픽 기반의 개발 환경으로 응용을 쉽게 구현할 수 있는 장점이 있다. 하지만 이를 위해서는 각 처리 모듈에 대한 인터페이스가 단순하게 되어 복잡한 입력 데이터를 처리하기 위해서는 그래픽 기반 응용 모델러를 통해 다수개의 영상처리 노드들과 파이프라인 형태의 노드 별 실행 흐름을 통해 정의하게 된다. 따라서, 실행 모델은 영상 처리를 위한 각 단위 기능이 노드 별로 구성되고, 이 노드들은 실행 순서에 맞게 순차적으로 실행하게 된다. 이러한 응용 모델로부터 자동 생성된 코드들은 목표도 하는 기능을 수행하기 위해 간략한 구조로 표현된 코드로서 실행하는데 문제는 없으나 성능을 높이거나 최적화하기 위해서는 여전히 개발자가 직접 코드를 추가로 수정해야 하는 문제가 있다

[0007] 두 번째로 파이프라인 형태의 실행 모델에서 일부 구간에서 동일 영상 처리를 반복 처리가 필요할 경우 그래픽 기반 모델링에서는 이들을 분리하여 별도의 하위 그래프로 표현하게 된다. 각 하위 그래프들은 자신의 그래프 관리 영역 내에서 리소스를 생성하고 해제를 하게 되는데, 상위 그래프가 반복되는 경우 매번 리소스를 생성 및 해제해야 하는 문제가 발생한다. 또한, GPU와 같은 병렬 처리 컴퓨팅 리소스의 경우 실행 태스크마다 GPU가 사용하는 메모리들을 생성 초기화(initialize) 및 종료(deinitialize)가 필요한데 이로 인해 성능 저하가 발생할 수 있다. 예컨대, GPU 기반 오픈 컴퓨팅 랭귀지(open computing language; OpenCL)용 라이브러리의 경우 라이브러리 실행할 때 마다 OpenCL 커널(kernel) 소스 코드를 로딩하여 동적 컴파일을 수행하고, 해당 커널에 필요한 GPU를 위한 메모리 할당 및 초기화를 수행해야 한다.

[0008] 마지막으로 영상 추적이나 정확도를 높이기 위해서 이전 처리 결과에 대한 피드백을 가지는 순환(cyclic) 구조의 그래프가 많이 필요로 하게 되지만 그래픽 기반 모델의 경우 무한 루프 구조가 발생 가능성이 있어 순환 구

조의 그래프 사용이 제한되는 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0009] (특허문헌 0001) 한국 공개 특허 제10-2017-0115185호, 2017년 10월 17일 공개(명칭: 소프트웨어 빌드 모듈을 포함하는 임베디드 시스템)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위하여, 다양한 이기종 컴퓨팅 자원이 탑재된 온디바이스 시스템 환경에서 독립적인 하위 그래프나 순환 그래프가 포함된 그래픽 기반 응용 모델에 대한 성능을 태스크 레벨에서 최적화하기 위한 장치 및 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 이기종 온디바이스 시스템에서의 그래프 기반 영상 처리 모델 실행 최적화 장치는 사용자가 제공하는 영상 처리 그래프 모델에 대해 그래프 토폴로지(topology)를 이용하여 경로를 탐색하고, 실행 순서에 따라 노드들을 생성 및 순차 배치하여 영상 처리 그래프 모델의 실행을 위한 실행 경로를 생성하는 영상 처리 그래프 경로 생성부; 및 영상 처리 그래프 경로 생성부로부터 수신된 영상 처리 그래프 모델, 노드들에 대응되는 노드 목록 및 가상 슈퍼 노드 목록, 실행 경로에 기초하여 영상 처리 그래프 모델을 실행하는 영상 처리 그래프 경로 실행부;를 포함한다.

- [0012] 또한, 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 이기종 온디바이스 시스템에서의 그래프 기반 영상 처리 모델 실행 최적화 방법은, 영상처리 그래프 경로 생성부가 사용자가 작성한 영상 처리 그래프 모델에서 노드 별 입출력 데이터를 기반으로 위상정렬(토폴로지 정렬)하여 실행 가능한 경로 후보 목록들을 생성하고, 영상 처리 그래프 모델 내에 순환 하위 그래프가 존재하는지 여부를 확인하고, 영상 처리 그래프 모델 내에 순환 하위 그래프가 존재하는 경우, 순환 구조 내부의 시작 노드와 종료 노드를 식별하고 하나의 가상 슈퍼 노드에 대응되는 블록(노드들)을 결정하고, 가상 슈퍼 노드 내의 외부와 연결되는 입출력 데이터를 자동 탐색하고, 이들에 대해 입출력 데이터를 가상 슈퍼 노드의 입출력 파라미터로 등록하고, 가상 슈퍼 노드가 별도의 쓰레드를 통해 동작되도록 실행 반복 회수 및/또는 시작/종료 시점을 결정하고, 가상 슈퍼 노드의 입출력 연결 정보를 통해 영상 처리 그래프 모델(300) 내에 새로운 노드를 생성하여 추가하고, 영상처리 그래프 경로 실행부가 영상 처리 그래프 모델을 실행한다.

발명의 효과

- [0013] 본 발명에 따르면, 다양한 이기종 컴퓨팅 자원을 가지고 있는 온디바이스 시스템 상에서 독립적인 하위 그래프나 순환 그래프가 포함된 파이프라인 형태의 영상 처리 모델을 가상 슈퍼 노드와 그 실행 매커니즘을 제공함으로써 피드백 형태의 영상 처리 응용 프로그램의 개발이 가능하도록 기능을 확장할 수 있고, 응용 프로그램 내의 쓰레드(thread)나 프로세스들을 자동 생성 및 노드 간의 데이터 동기화를 통해 라이브러리들 간 응답 지연 시간을 감소시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0014] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 이기종 온디바이스 시스템을 나타낸 도면이다.
 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 처리 그래프 실행기의 구성을 나타낸 도면이다.
 도 3a 내지 3c는 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 처리 그래프 모델들을 나타낸 도면이다.
 도 4는 도 2에 도시된 영상 처리 그래프 경로 생성부의 가상 슈퍼 노드를 생성하는 방법의 일 예를 나타낸 동작 흐름도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 가상 슈퍼 노드를 나타낸 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨터 시스템을 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0015] 본 발명을 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하면 다음과 같다. 여기서, 반복되는 설명, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 공지 기능, 및 구성에 대한 상세한 설명은 생략한다. 본 발명의 실시형태는 당 업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위해서 제공되는 것이다. 따라서, 도면에서의 요소들의 형상 및 크기 등은 보다 명확한 설명을 위해 과장될 수 있다.
- [0016] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0017] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0018] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 이기종 온디바이스 시스템을 나타낸 도면이다.
- [0019] 특히, 도 1은 그래프 기반 모델을 실행해주는 다양한 이기종 컴퓨팅 장치를 포함하고 있는 온디바이스 시스템의 일 예를 나타낸 것이다.
- [0020] 도 1을 참조하면, 온디바이스 시스템(100)은 영상, 센서 데이터, 실시간 데이터 등 스트림 형태로 입력되는 데이터들을 그래프 기반 실행 모델(103)을 기반으로 시스템의 다양한 이기종 컴퓨팅 자원(105)을 활용할 수 있도록 한다.
- [0021] 온디바이스 시스템(100)은 그래프 기반 실행 모델(103)에 포함된 각 단위 영상 처리 기능을 구현한 온디바이스용 이기종 라이브러리(104)와 이를 실제 수행하기 위한 이기종 컴퓨팅 자원(105), 사용자가 원하는 타겟 서비스를 기능 중심의 시나리오로 정의된 그래프 기반 실행 모델(103)과 이 실행 모델을 해석하고 온디바이스용 이기종 라이브러리(104)를 호출 실행해 주는 영상 처리 그래프 실행기(102)로 구성된다.
- [0022] 이기종 컴퓨팅 자원(105)은 일반적으로 사용되는 컴퓨팅 시스템에 존재하는 멀티 코어 CPU와 GPU뿐만 아니라, 저전력 DSP 장치, 인공지능을 위한 NPU, 영상 처리에 사용되는 전용 코텍 등 특수 목적의 시스템 온 칩(SoC)을 포함할 수 있다.
- [0023] 온디바이스용 이기종 라이브러리(104)는 온디바이스 시스템(100)에 탑재되어 있는 이기종 컴퓨팅 자원(105)을 최소 한 개 이상 이용하여 데이터를 처리하기 위한 하나의 소프트웨어 모듈이다.
- [0024] 여기서 온디바이스용 이기종 라이브러리(104)는 단위 데이터 처리 기능을 제공하고, 그래프 기반 실행 모델(103)내의 노드와 1:1로 매칭된다. 또한, 이기종 라이브러리는 동일 기능을 가지더라도, 해당 기능을 수행하기 위해 이용하는 자원 종류에 따라 서로 다른 것으로 구별될 수 있다. 예컨대, CPU 자원만을 이용하는 라이브러리가 존재할 수 있고, GPU나 DSP 자원만을 이용하는 라이브러리가 존재할 수 있는데, 본 발명에서는 이들을 각각 다른 모듈로서 구별할 수 있다.
- [0025] 그래프 기반 실행 모델(103)은 노드(node)와 에지(edge)로 구성된다. 노드는 데이터를 처리하기 위한 단위 기능에 해당되고, 에지는 다음 단계의 데이터 처리를 알려주는 연결 정보이다. 일반적인 그래프 기반 실행 모델은 무한 반복을 피하기 위해 순환(cyclic) 구조를 제한하지만 본 발명에서는 순환 구조를 포함한다.
- [0026] 영상 처리 그래프 실행기(102)는 사용자가 정의한 그래프 기반 실행 모델(103)을 해석하여 온디바이스 시스템(100)이 가지고 있는 이기종 컴퓨팅 자원(105)으로 최적의 실행이 가능하도록 하는, 가장 효율적인 경로를 생성하고 실행 스케줄을 생성한다.
- [0027] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 처리 그래프 실행기의 구성을 나타낸 도면이다.
- [0028] 도 2를 참조하면, 사용자는 자신이 원하는 영상 처리 순서를 하나의 시나리오 형태로 영상 처리 그래프 모델(201)을 생성한다.
- [0029] 영상 처리 그래프 실행기(200)는 사용자가 제공하는 영상 처리 그래프 모델(201)을 해석하여, 이를 효과적으로 실행하기 위한 경로를 생성하고 이를 실행하게 해 준다.
- [0030] 영상 처리 그래프 실행기(200)는 영상 처리 그래프 경로 생성부(202)와 생성된 경로를 기반으로 온디바이스용 이기종 라이브러리(도 1의 104 참조) 내 해당 라이브러리를 동적으로 호출해주는 영상 처리 그래프 경로 실행부

(203)로 구성된다.

- [0031] 영상 처리 그래프 경로 생성부(202)는 그래프 토폴로지(topology)를 이용하여 경로를 탐색하고, 실행 순서에 따라 노드(204)들을 순차적으로 배치하여 실행 경로(207)를 생성한다.
- [0032] 여기서, 영상 처리 그래프 경로 생성부(202)는 그래프 내에 순환(cyclic) 구조가 있는지 확인하고, 이에 대한 정보를 추출하여 가상 슈퍼 노드(205) 후보로 결정한다.
- [0033] 노드 실행 추적 관리부(206)는 영상 처리 그래프 경로 생성부(202)에서 생성한 경로 순서에 따라 노드 별 해당되는 라이브러리를 호출해준다.
- [0034] 도 3a 내지 3c는 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 처리 그래프 모델들을 나타낸 도면이다.
- [0035] 특히, 도 3a 내지 3c는 사용자가 영상 처리 응용 프로그램을 생성하기 위해 정의한 영상 처리 그래프 모델(201)의 예들을 나타낸 것이다.
- [0036] 도 3a를 참조하면, 영상 처리 그래프 모델(300)은 2개의 입력 데이터 IN1(301)과 IN2(302), 영상 처리함수(N1 내지 N7) 및 최종 출력 데이터 OUT(303)으로 구성된다.
- [0037] 여기서, 영상 처리 그래프 모델(300)은 N5, N6 및 N7 노드들로 구성된 하위 그래프(304)를 포함할 수 있다.
- [0038] 도 3b를 참조하면, 영상 처리 그래프 모델(305)은 N5, N6 및 N7 노드들이 N5-N6-N7-N5 순서로 순환되는 상호 순환 구조(306)를 포함할 수 있다.
- [0039] 도 3c를 참조하면, 영상 처리 그래프 모델(307)은 N8 노드와 같이 가상 슈퍼 노드(308)를 포함할 수 있다.
- [0040] 여기서, 영상 처리 그래프 모델(307)은 도 3a 및 3b에 도시된 영상 처리 그래프 모델들(300 및 305)에서 N5, N6 및 N7 노드들을 하나의 가상 슈퍼 노드(308)로 대체하여 생성된 것일 수 있다.
- [0041] 영상 처리 그래프 경로 생성부(도 2의 202 참조)는 상호 순환 구조가 없는 영상 처리 그래프 모델(307)과 노드(도 2의 204 참조) 목록, 가상 슈퍼 노드(도 2의 205 참조) 목록 및 실행 경로(도 2의 207 참조) 정보를 영상 처리 그래프 경로 실행부(도 2의 203 참조)에 전달할 수 있다.
- [0042] 도 4는 도 2에 도시된 영상 처리 그래프 경로 생성부(202)의 가상 슈퍼 노드를 생성하는 방법의 일 예를 나타낸 동작 흐름도이다.
- [0043] 도 4를 참조하면, 먼저 영상 처리 그래프 경로 생성부(202)가 사용자가 작성한 영상 처리 그래프 모델(도 3의 300 참조)에서 노드 별 입출력 데이터를 기반으로 위상정렬(토폴로지 정렬)하여 실행 가능한 경로 후보 목록들을 생성한다(S400).
- [0044] 다음으로, 영상 처리 그래프 경로 생성부(202)가 영상 처리 그래프 모델(300)내에 순환 하위 그래프가 존재하는지 여부를 확인한다(S401).
- [0045] 단계(S401)의 판단 결과, 영상 처리 그래프 모델(도 3의 300 참조) 내에 순환 하위 그래프가 존재하는 경우, 영상 처리 그래프 경로 생성부(202)가 순환 구조 내부의 시작 노드와 종료 노드를 식별하고 하나의 가상 슈퍼 노드에 대응되는 블록(노드들)을 결정한다(S402).
- [0046] 다음으로, 영상 처리 그래프 경로 생성부(202)가 가상 슈퍼 노드 내의 외부와 연결되는 입출력 데이터를 자동 탐색하고, 이들에 대해 입출력 데이터를 가상 슈퍼 노드의 입출력 파라미터로 등록한다(S403).
- [0047] 다음으로, 영상 처리 그래프 경로 생성부(202)가, 가상 슈퍼 노드가 별도의 쓰레드를 통해 동작되도록 실행 반복 회수 및/또는 시작/종료 시점을 결정한다(S404).
- [0048] 여기서, 실행 반복 회수 또는 시작/종료 시점은 가상 슈퍼 노드 외부의 입력 데이터를 이용하여 결정될 수도 있고, 사용자가 지정한 파라미터를 이용하여 결정될 수도 있다.
- [0049] 다음으로, 영상 처리 그래프 경로 생성부(202)가 가상 슈퍼 노드의 입출력 연결 정보를 통해 영상 처리 그래프 모델(도 3의 300 참조) 내에 새로운 노드를 생성하여 추가한다(S405).
- [0050] 단계(S401) 내지 단계(S405)는 영상 처리 그래프 모델(도 3의 300 참조) 내에 순환 그래프가 존재하지 않을 때까지 반복 수행될 수 있다.
- [0051] 단계(S401)의 판단 결과, 영상 처리 그래프 모델(도 3의 300 참조) 내에 순환 그래프가 존재하지 않는 경우, 영

상 처리 그래프 경로 생성부(도 2의 202 참조)가 단계(S401) 내지 단계(S405)를 통해 추가 생성된 가상 슈퍼 노드들이 메인 그래프와 독립적으로 실행될 수 있도록 내부적으로 별도의 쓰레드나 프로세스를 생성하고, 종료 노드 수행이 완료되면 해당 동기화 신호를 어플리케이션 실행기(도 2의 200 참조)에 전달한다(S406).

[0052] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 가상 슈퍼 노드를 나타낸 도면이다.

[0053] 도 5를 참조하면, 가상 슈퍼 노드(500)는 일반 노드와 동일한 입출력 인터페이스(501), 가상 슈퍼 노드(500) 내의 하위 그래프(506)를 실행하기 위한 순환 그래프 실행 엔진(508), 반복 실행 종료 조건 관리부(505) 및 반복 실행 종료 후 상위의 어플리케이션 실행기(도 2의 200 참조)에 노드 종료 동기화 신호를 제공하는 동기화 신호 생성부(507)로 구성된다.

[0054] 비록 도 5에는 도시되지 아니하였으나, 본 발명에 따른 가상 슈퍼 노드(500)의 입출력 인터페이스(501)는 노드 초기화 처리 인터페이스(502), 노드 실행 처리 인터페이스(503) 및 노드 종료 처리 인터페이스(504)로 제한되는 것은 아니며, 필요에 따라 다른 기능을 포함하는 입출력 인터페이스가 더 추가될 수 있다.

[0055] 노드 초기화 처리 인터페이스(502)는 노드를 실행하기에 앞서 변수 초기화, 메모리 초기화 등 노드 실행 처리 인터페이스(503)를 통한 기능 수행에 필요한 사전 조건들을 초기화 하는 기능을 포함하는 것일 수 있다. 또한, 온디바이스 시스템(도 1의 100 참조) 내의 이기종 컴퓨팅 자원(도 1의 105 참조)을 사용하기 위한 초기화 작업을 포함할 수 있다. 예컨대, 노드 실행 처리에 GPU가 사용되는 경우, 실시간 성능을 높이기 위해 노드 초기화 처리 인터페이스(502)에 OpenCL이나 쿼다(compute unified device architecture; CUDA) 라이브러리를 사용하기 위한 커널 소스를 컴파일하는 작업이 포함될 수 있다.

[0056] 노드 종료 처리 인터페이스(504)는 메인 그래프 실행이 완료되면 그에 따라 가상 슈퍼 노드(500)에 사용된 리소스를 반환/해제하는 기능을 포함할 수 있다.

[0057] 노드 실행 처리 인터페이스(503)는 노드들을 순서대로 실행하는 기능을 포함하며, 실행 과정에서 가상 슈퍼 노드의 실행이 호출되면, 내부의 순환 그래프 실행 엔진(508)이 분리된 하위 그래프(506)의 하위 노드들을 실행하도록 할 수 있다.

[0058] 반복 실행 종료 조건 관리부(505)는 순환 그래프 실행 엔진(508)이 하위 그래프 노드를 이용해 가며 실행하게 되는데, 이들을 실행 중지 할 수 있는 조건을 포함할 수 있다.

[0059] 동기화 신호 생성부(507)는 가상 슈퍼 노드의 반복 회수가 완료되면 그에 따라 실행 완료 메시지를 영상 처리 그래프 경로 실행부(도 2의 203 참조)에 보내어 다음 순서의 노드가 실행되도록 할 수 있다.

[0060] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨터 시스템을 나타낸 도면이다.

[0061] 본 발명에 따른 온디바이스 시스템 및/또는 영상 처리 그래프 실행기는 컴퓨터 시스템(600)으로서 구현될 수 있다.

[0062] 도 6을 참조하면, 컴퓨터 시스템(600)은 버스(620)를 통하여 서로 통신하는 하나 이상의 프로세서(610), 메모리(630), 사용자 인터페이스 입력 장치(640), 사용자 인터페이스 출력 장치(650) 및 스토리지(660)를 포함할 수 있다. 또한, 컴퓨터 시스템(600)은 네트워크(680)에 연결되는 네트워크 인터페이스(670)를 더 포함할 수 있다. 프로세서(610)는 중앙 처리 장치 또는 메모리(630)나 스토리지(660)에 저장된 프로세싱 인스트럭션들을 실행하는 반도체 장치일 수 있다. 메모리(630) 및 스토리지(660)는 다양한 형태의 휘발성 또는 비휘발성 저장 매체일 수 있다. 예컨대, 메모리는 ROM(631)이나 RAM(632)을 포함할 수 있다.

[0063] 본 발명에서 설명하는 특정 실행들은 일 실시예들로서, 어떠한 방법으로도 본 발명의 범위를 한정하는 것은 아니다. 명세서의 간결함을 위하여, 종래 전자적인 구성들, 제어 시스템들, 소프트웨어, 상기 시스템들의 다른 기능적인 측면들의 기재는 생략될 수 있다. 또한, 도면에 도시된 구성 요소들 간의 선들의 연결 또는 연결 부재들은 기능적인 연결 및/또는 물리적 또는 회로적 연결들을 예시적으로 나타낸 것으로서, 실제 장치에서는 대체 가능하거나 추가의 다양한 기능적인 연결, 물리적인 연결, 또는 회로 연결들로서 나타내어질 수 있다. 또한, “필수적인”, “중요하게” 등과 같이 구체적인 언급이 없다면 본 발명의 적용을 위하여 반드시 필요한 구성 요소가 아닐 수 있다.

[0064] 따라서, 본 발명의 사상은 상기 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 또는 이로부터 등가적으로 변경된 모든 범위는 본 발명의 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

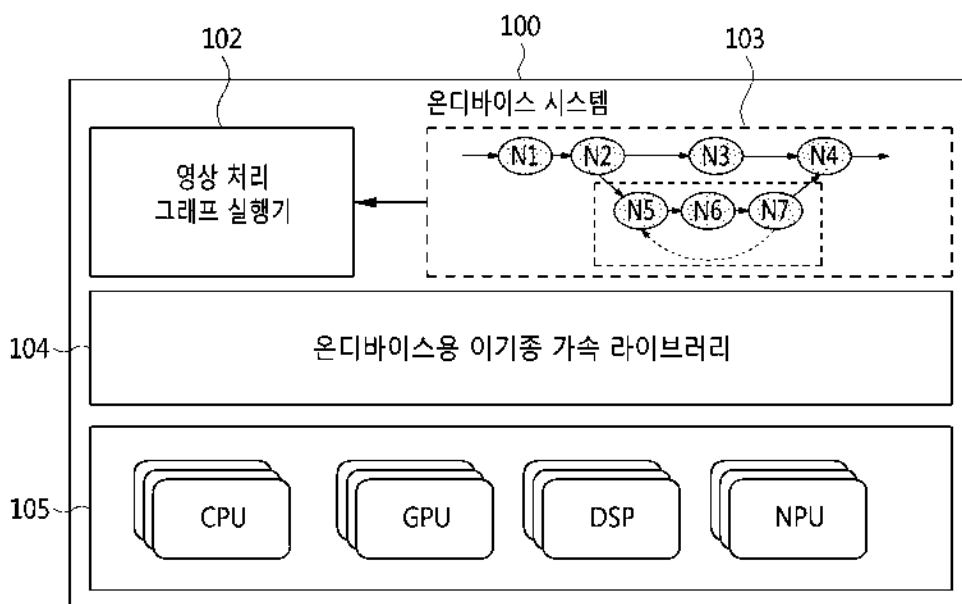
부호의 설명

[0065]

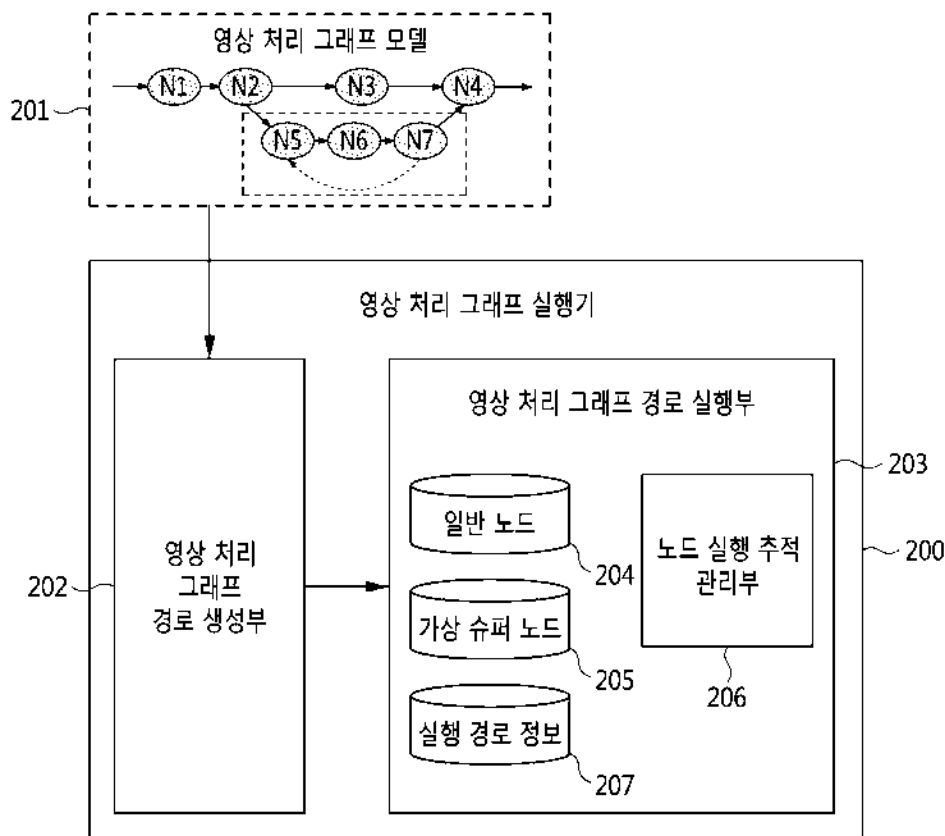
100: 온디바이스 시스템	102: 영상 처리 그래프 실행기
103: 그래프 기반 실행 모델	104: 온디바이스용 이기종 라이브러리
105: 이기종 컴퓨팅 자원	200: 영상 처리 그래프 실행기
201, 300, 305 및 307: 영상 처리 그래프 모델	
202: 영상 처리 그래프 경로 생성부	
203: 영상 처리 그래프 경로 실행부	
204: 노드	205, 308 및 500: 가상 슈퍼 노드
206: 노드 실행 추적 관리부	207: 실행 경로
304 및 506: 하위 그래프	306: 상호 순환 구조
501: 입출력 인터페이스	502: 노드 초기화 처리 인터페이스
503: 노드 실행 처리 인터페이스	504: 노드 종료 처리 인터페이스
505: 반복 실행 종료 조건 관리부	507: 동기화 신호 생성부
508: 순환 그래프 실행 엔진	600: 컴퓨터 시스템
610: 프로세서	620: 버스
630: 메모리	631: ROM
632: RAM	640: 사용자 인터페이스 입력 장치
650: 사용자 인터페이스 출력 장치	660: 스토리지
670: 네트워크 인터페이스	680: 네트워크

도면

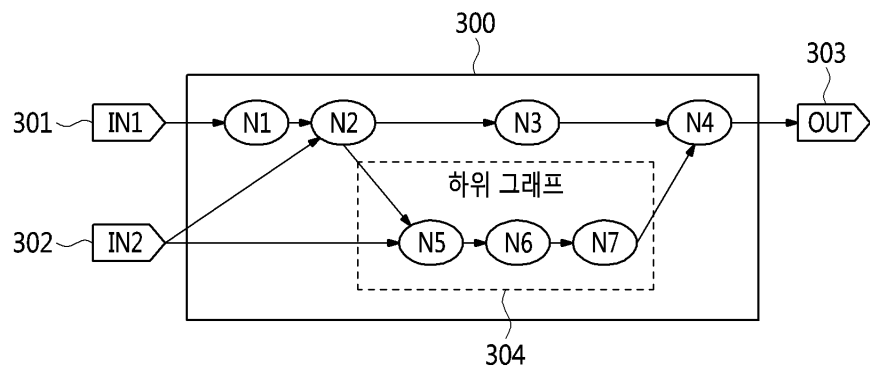
도면1



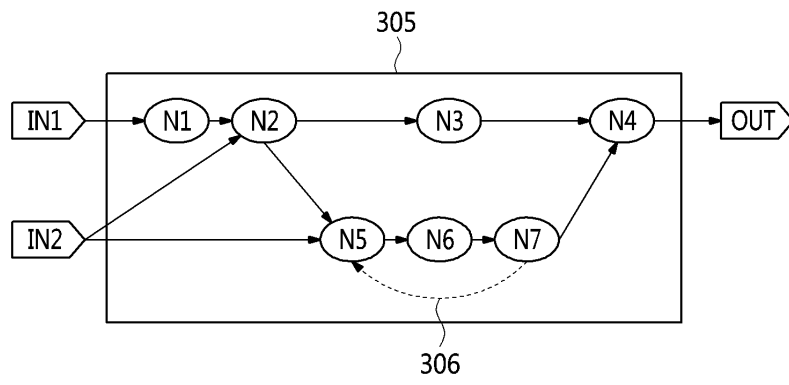
도면2



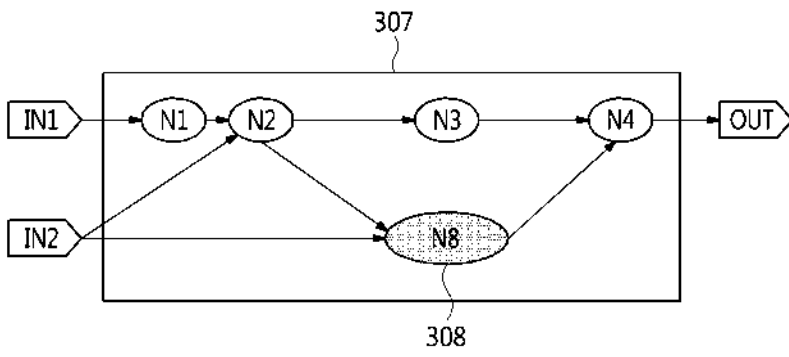
도면3a



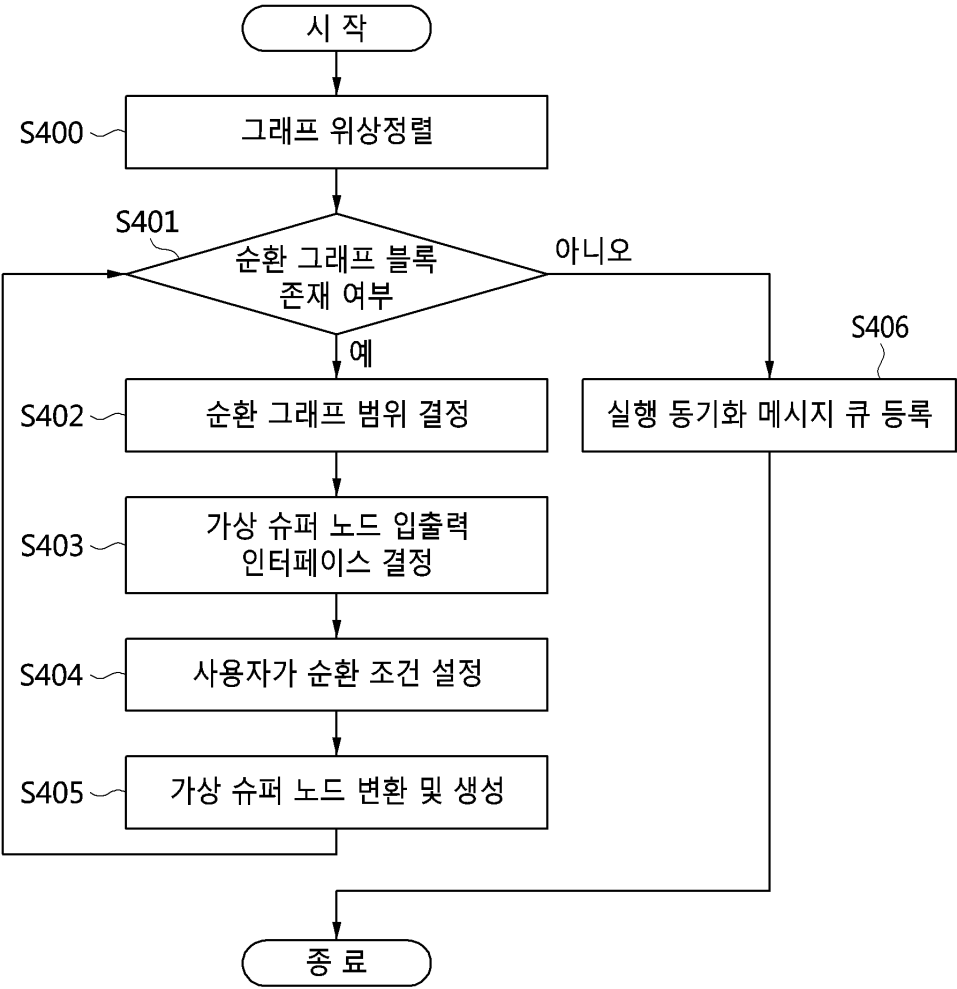
도면3b



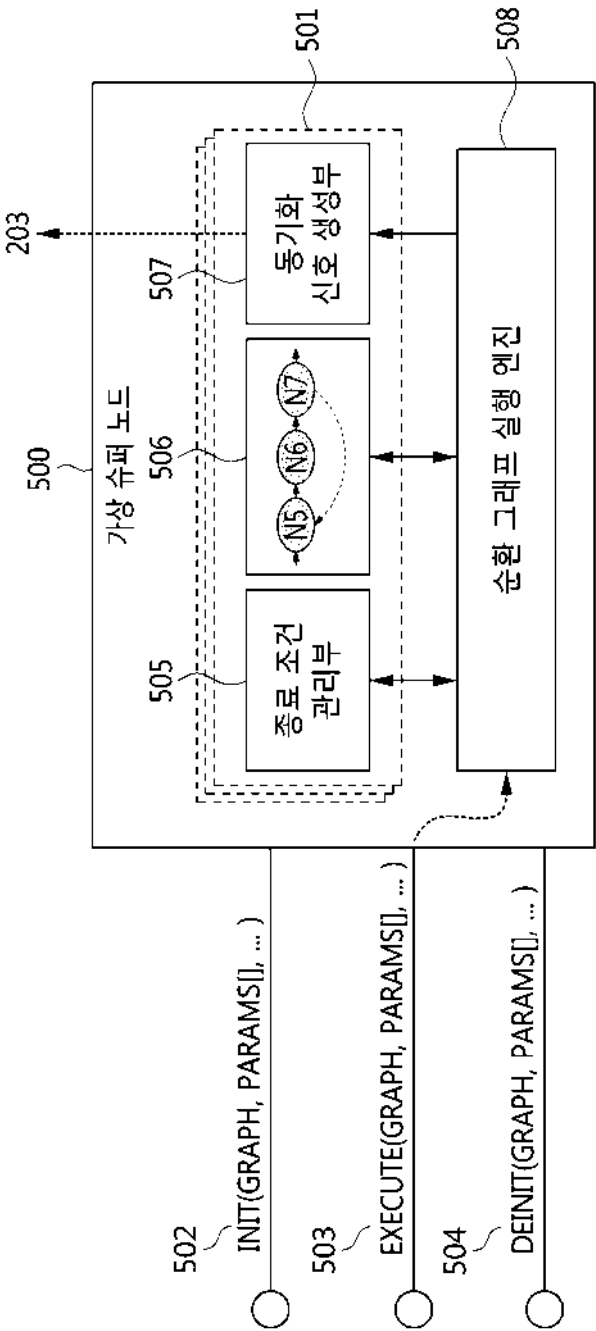
도면3c



도면4



도면5



도면6

